

НИИ нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко РАМН  
Отделение реанимации и интенсивной терапии

# **Взаимодействие мозг-легкие**

Полупан Александр Александрович

МОСКВА  
2012

# Причины дыхательной недостаточности при поражении головного мозга

## Специфичные для поражения ЦНС

Нейрогенный отек легких

Угнетение респираторного драйва

## Неспецифичные для поражения ЦНС

Пневмония

ОРДС/ОПЛ

Сердечная недостаточность

Слабость дыхательной мускулатуры

# Нейрогенный отек легких

Нейрогенный отек легких - это острое повышение интерстициального и/или альвеолярного содержания воды в легких вследствие повреждения ЦНС при отсутствии сердечной недостаточности, ОРДС или гиперволемии.

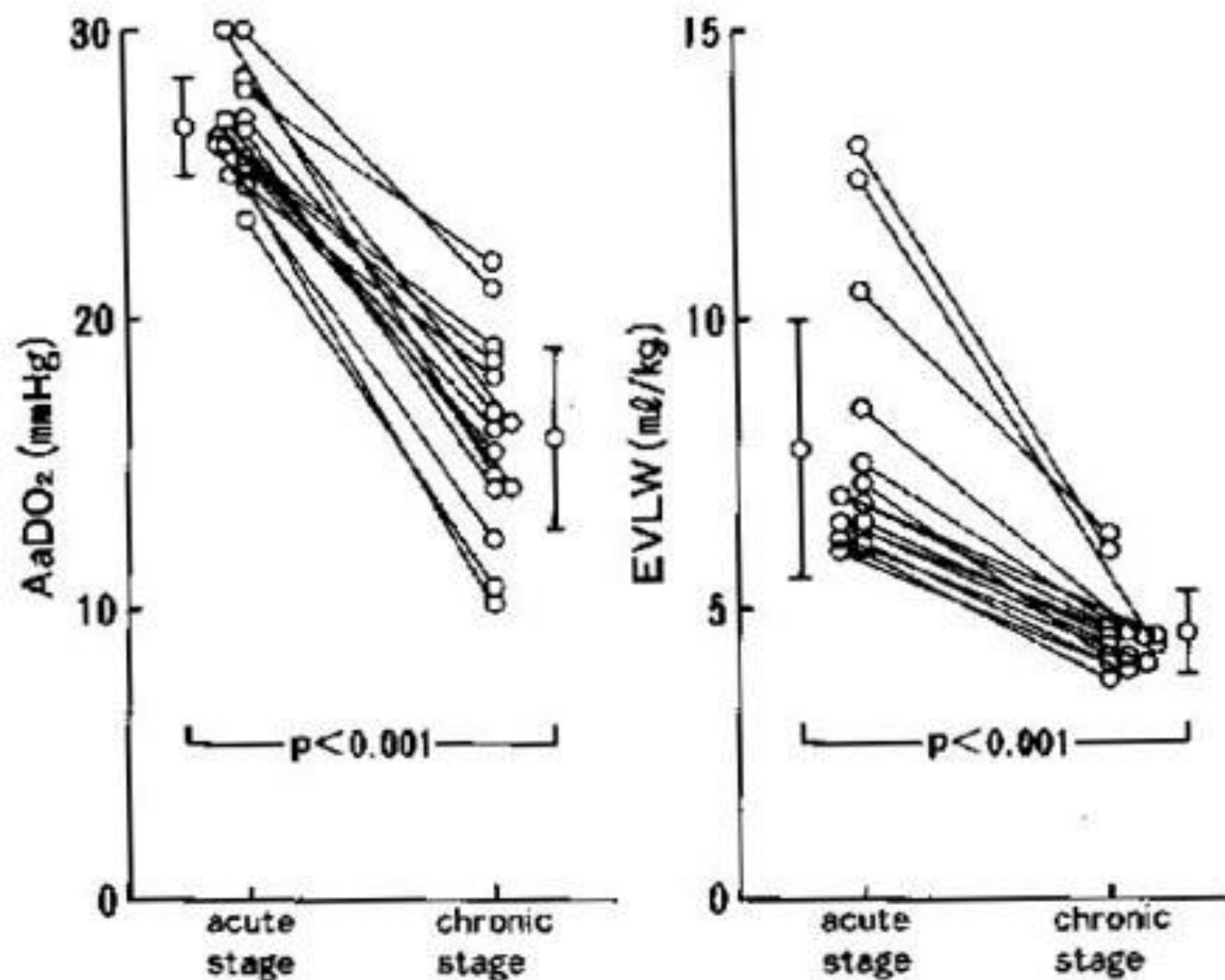


FIG. 5. Changes in alveolar-arterial oxygen difference (AaDO<sub>2</sub>) and extravascular lung water (EVLW) in the acute and chronic stages in Group I. The values of AaDO<sub>2</sub> and EVLW in the acute stage were significantly higher than those in the chronic stage.

**Rogers FB, Shakford SR, Trevisani GT, Davis JW, Mackersie RG, Hoyt DB (1995) Neurogenic pulmonary edema in fatal and non-fatal head injuries. J Trauma 39: 860–866**

---

This study was conducted to evaluate the onset and the incidence of neurogenic pulmonary edema (NPE) after severe HI in a large autopsy data base. There was a significant elevation in lung weights in patients who died at the scene of the accident or within 96 h of HI compared to patients who died from non central nervous system injuries. No other organs had an increase in weight. The incidence of cases of NPE in isolated HI who died at the scene was 32 %, and 50 % in patients who died within 96 h.

---

# Отек легких при поражении головного мозга

## Вариант отека легких

Кардиогенный

ОРДС

Нейрогенный

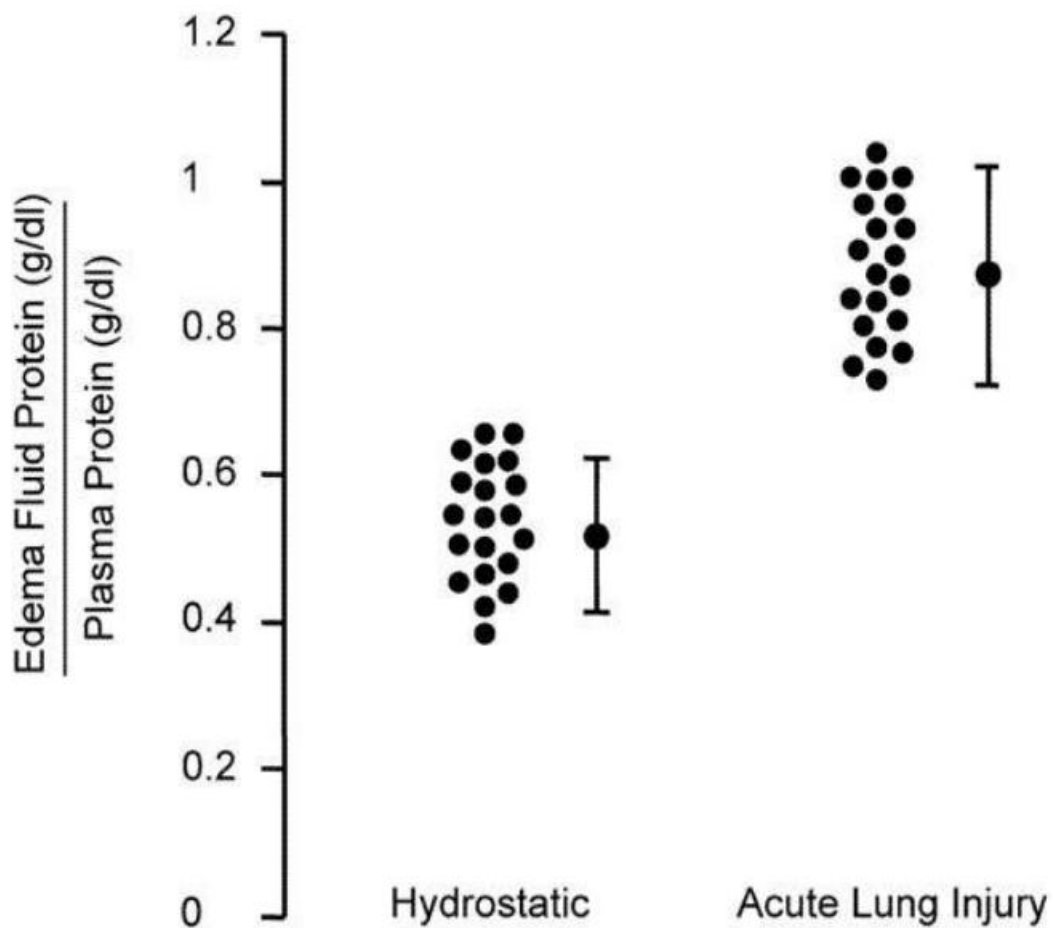
## Механизм

Гидростатический

Капиллярная утечка

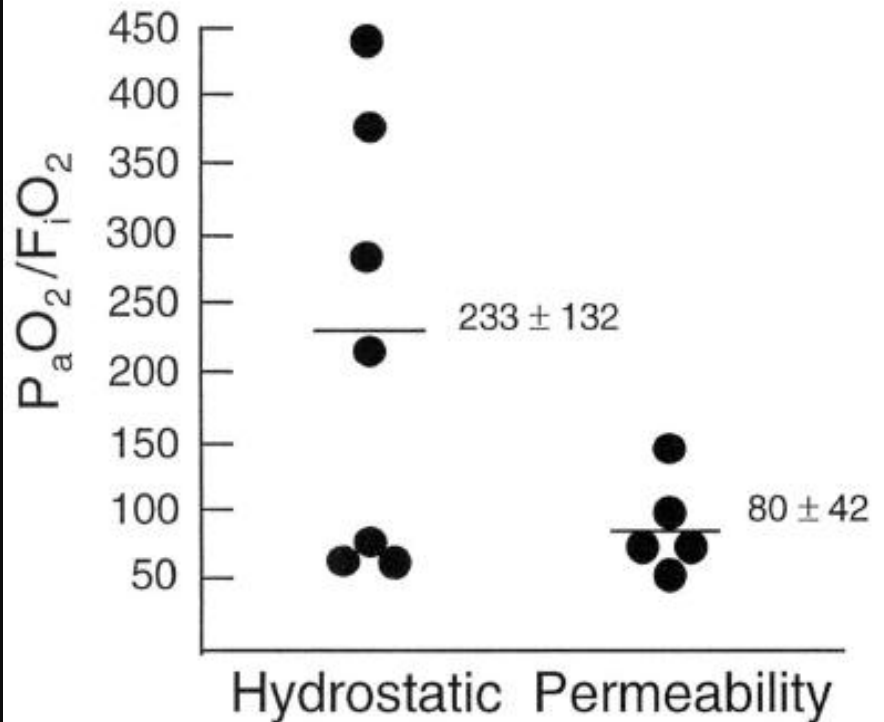
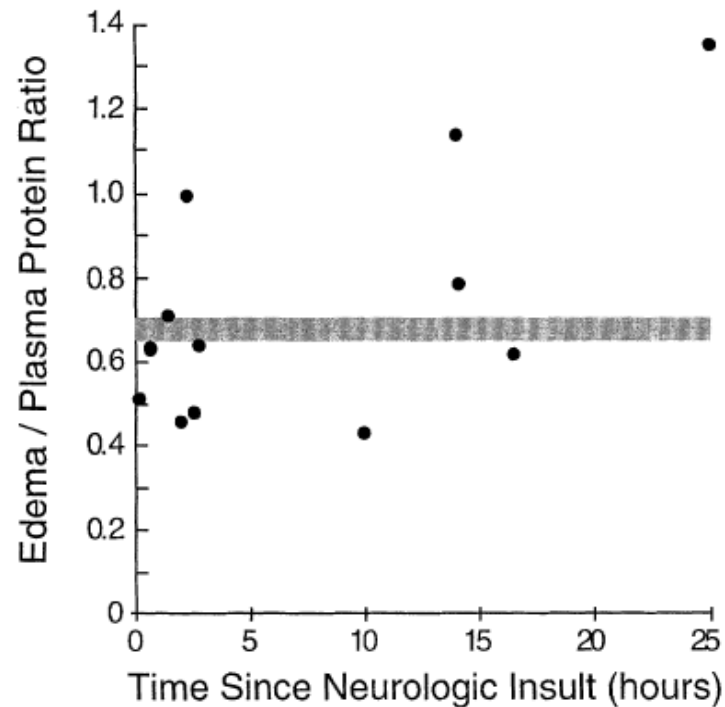
???

## Гидростатический отек или капиллярная утечка?



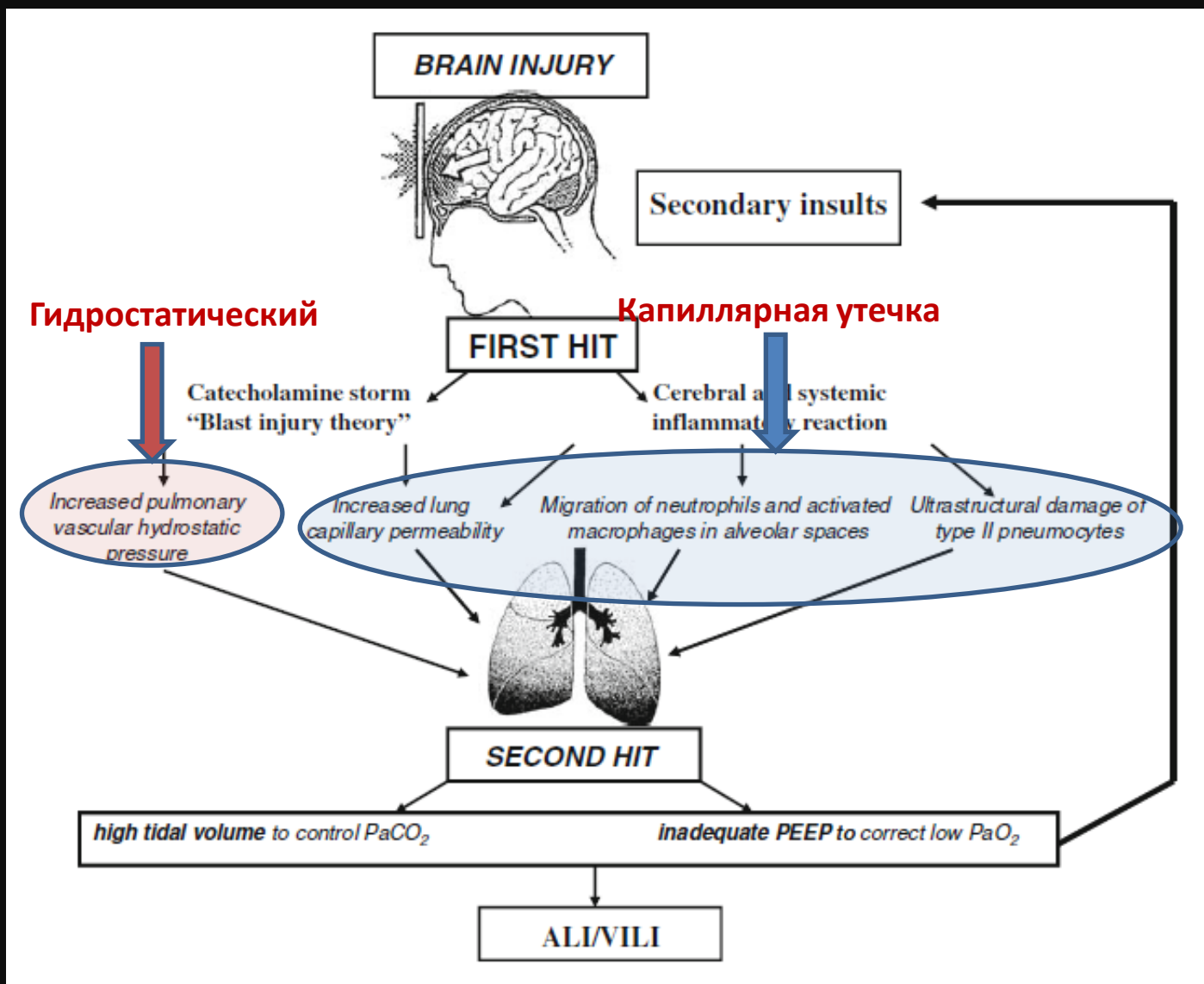
# Evidence for a Hydrostatic Mechanism in Human Neurogenic Pulmonary Edema\*

Wade S. Smith, MD, PhD; and Michael A. Matthay, MD





# МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕГКИХ ПРИ ТРАВМЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА



# Гидростатический механизм



**Необходимым условием для возникновения  
нейрогенного отека легких является сохранность  
иннервации легкого!!!**

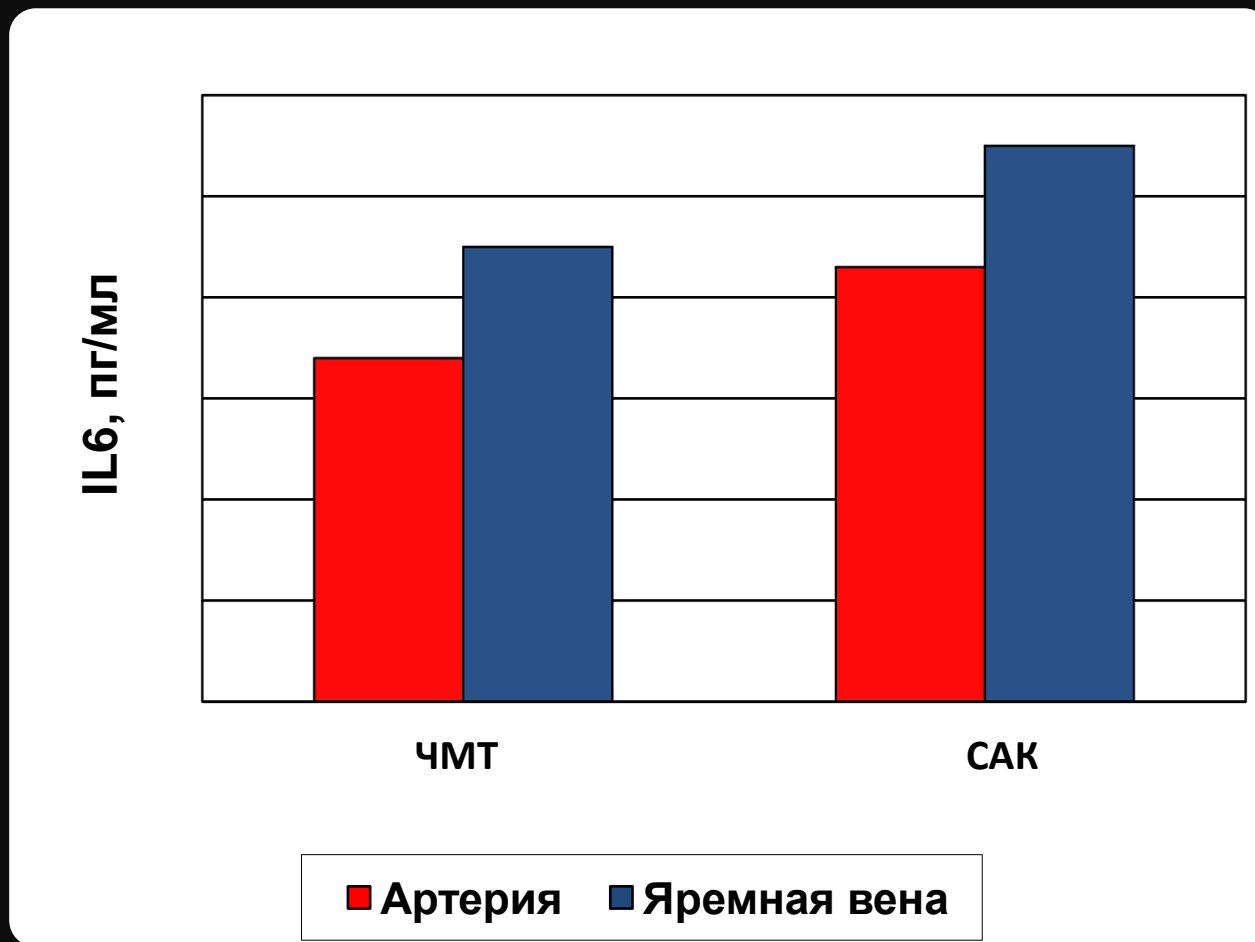
*Surgery. 1981 May;89(5):617-21. Effect of lung denervation on  
development of pulmonary edema.*

*Gauer SE, Peterson BT, Kuenzig M, Hyde RW, Schwartz SI*

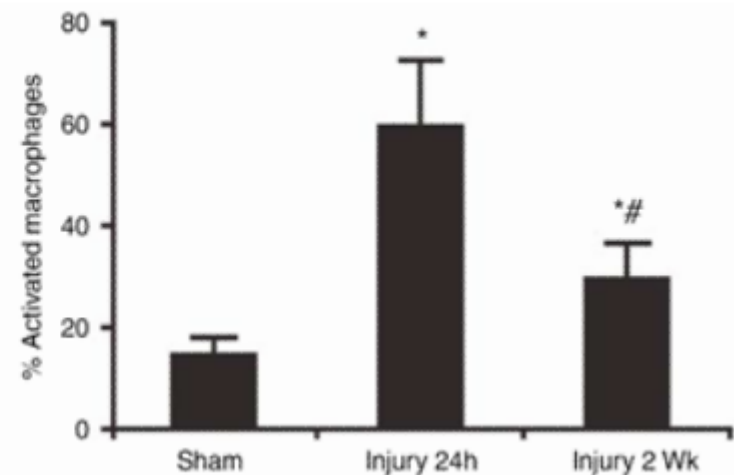
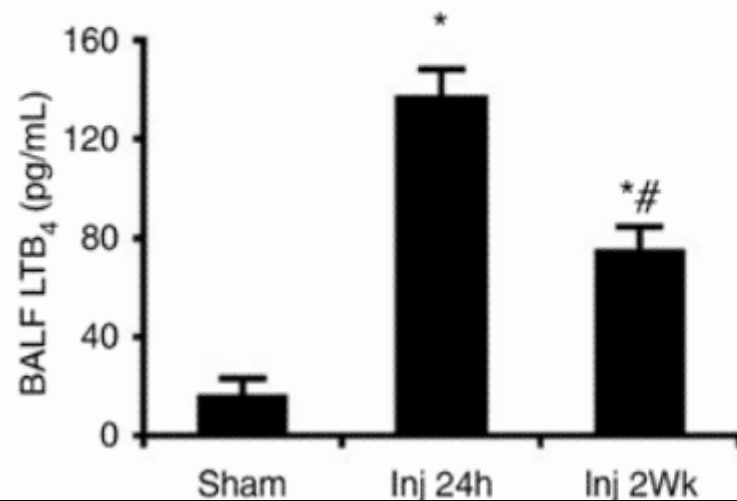
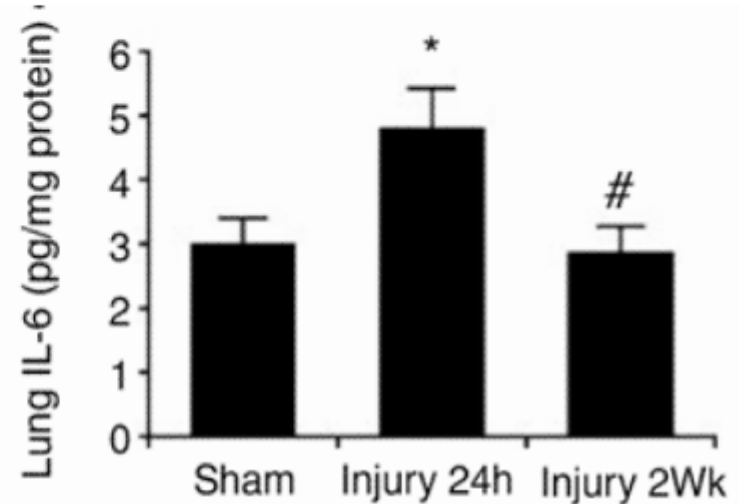
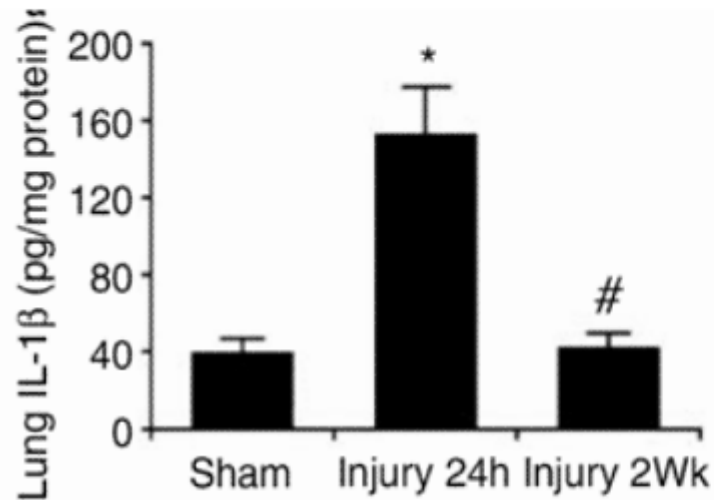
# Иммунно-воспалительный механизм



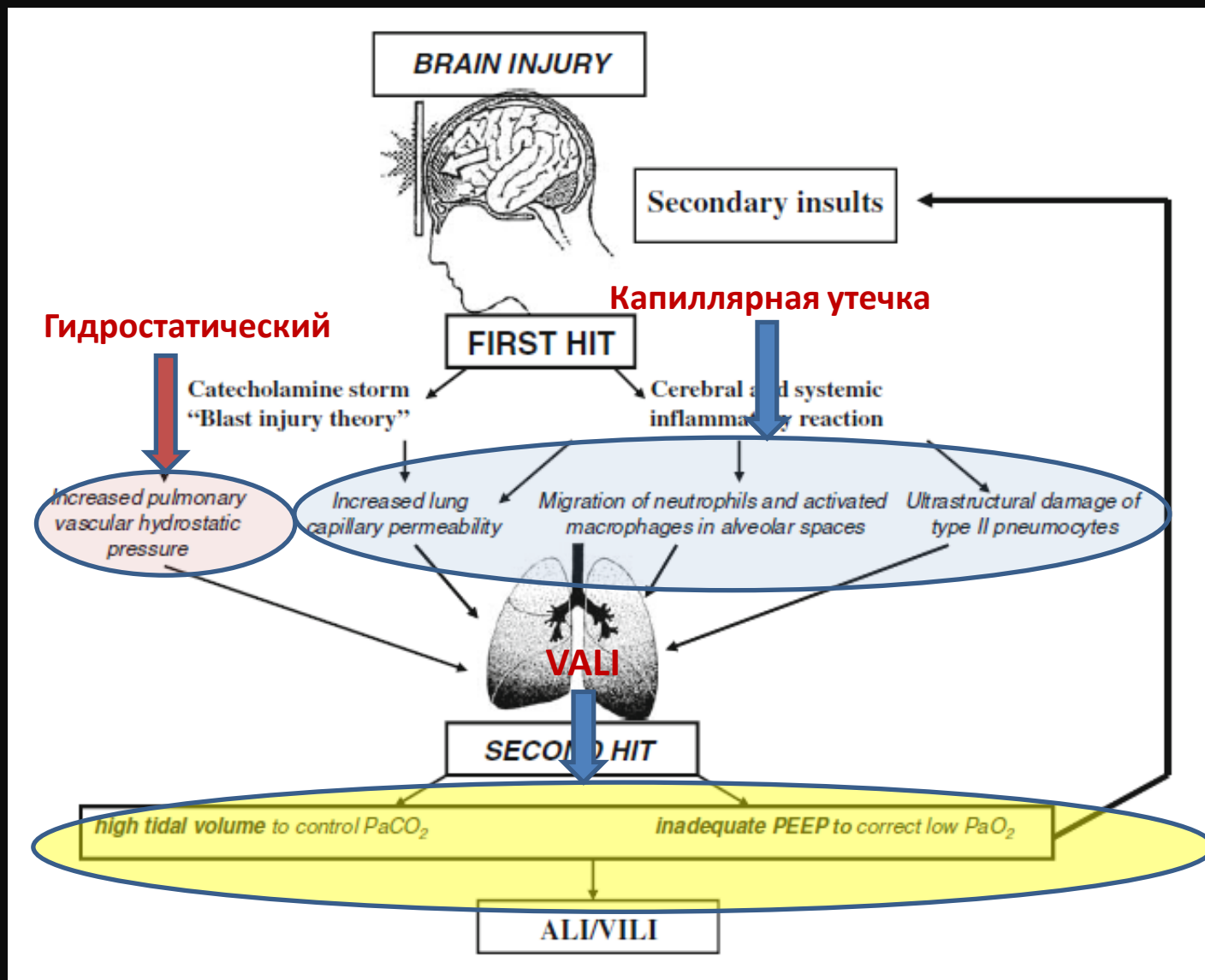
# Мозг – источник провоспалительных цитокинов



## Brain trauma is associated with lung inflammation

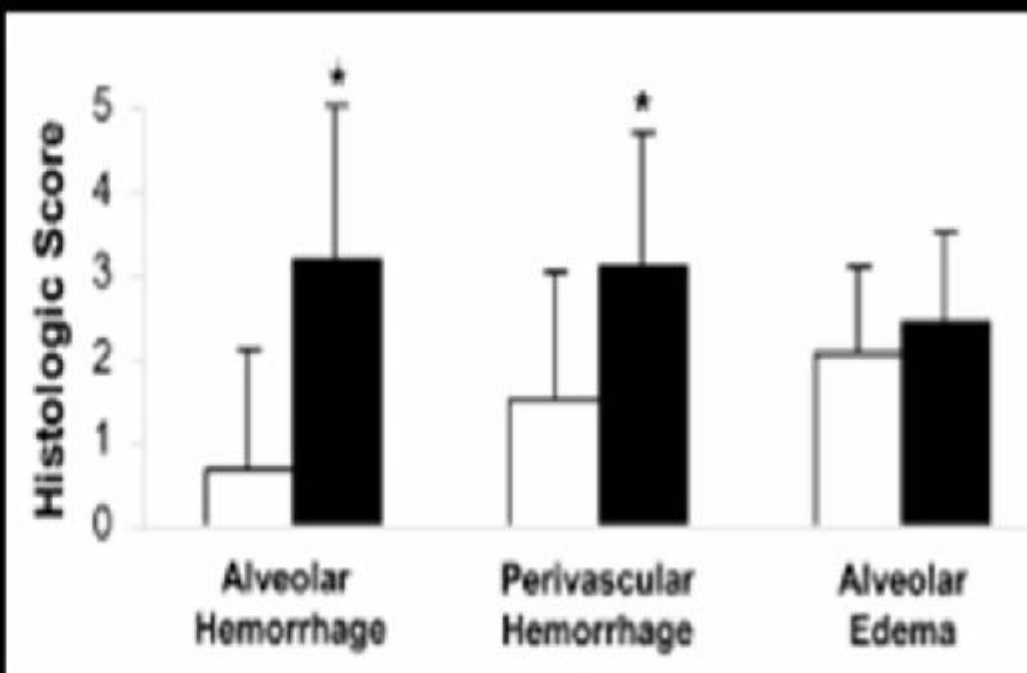
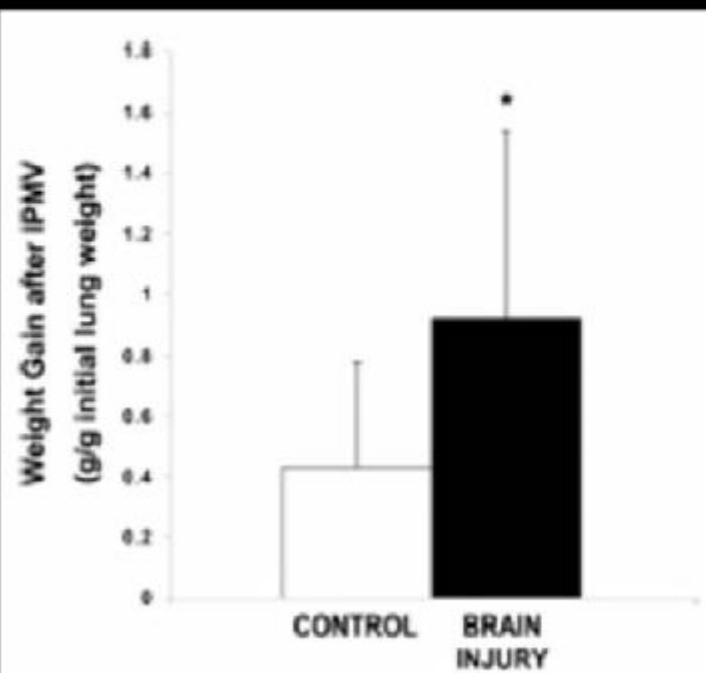


# МЕХАНИЗМЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕГКИХ ПРИ ТРАВМЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА



## Massive brain injury enhances lung damage in an isolated lung model of ventilator-induced lung injury\*

Josefina López-Aguilar, PhD; Ana Villagrà, MD; Francesca Bernabé, MD; Gastón Murias, MD; Enrique Piacentini, MD; Jordi Real, PhD; Pilar Fernández-Segoviano, MD, PhD; Pablo V. Romero, MD, PhD; John R. Hotchkiss, MD; Lluís Blanch, MD, PhD



PEEP=0

TV=10ml/kg



# Рекомендации по ведению пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой 3-е издание

*Совместный проект*

**Brain Trauma Foundation**

Улучшение исходов заболевания у пациентов с черепно-мозговой травмой по всему миру

*и*

*American Association of Neurological Surgeons*

*(Американской ассоциации нейрохирургов – AANS),*

*Congress of Neurological Surgeons (Конгресса нейрохирургов – CNS),*

*совместной секции по нейротравме и реаниматологии AANS/CNS*

## Цели ИВЛ при ЧМТ

1. Оксигенация:  $\text{SaO}_2 > 90\%$ ,  $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$
2. Контроль ВЧД: гипервентиляция при внутричерепной гипертензии

# ИВЛ при внутричерепной гипертензии и остром повреждении легких



**Низкий**

Улучшение  
венозного оттока



**Высокий**

Концепция  
открытых легких

**РЕЕР**

**TV**

**Высокий**

Обеспечение  
умеренной  
гипервентиляции

**Низкий**

Предотвращение  
баротравмы

# Влияние РЕЕР на ВЧД

## Гемодинамика

-АДср

-венозный отток

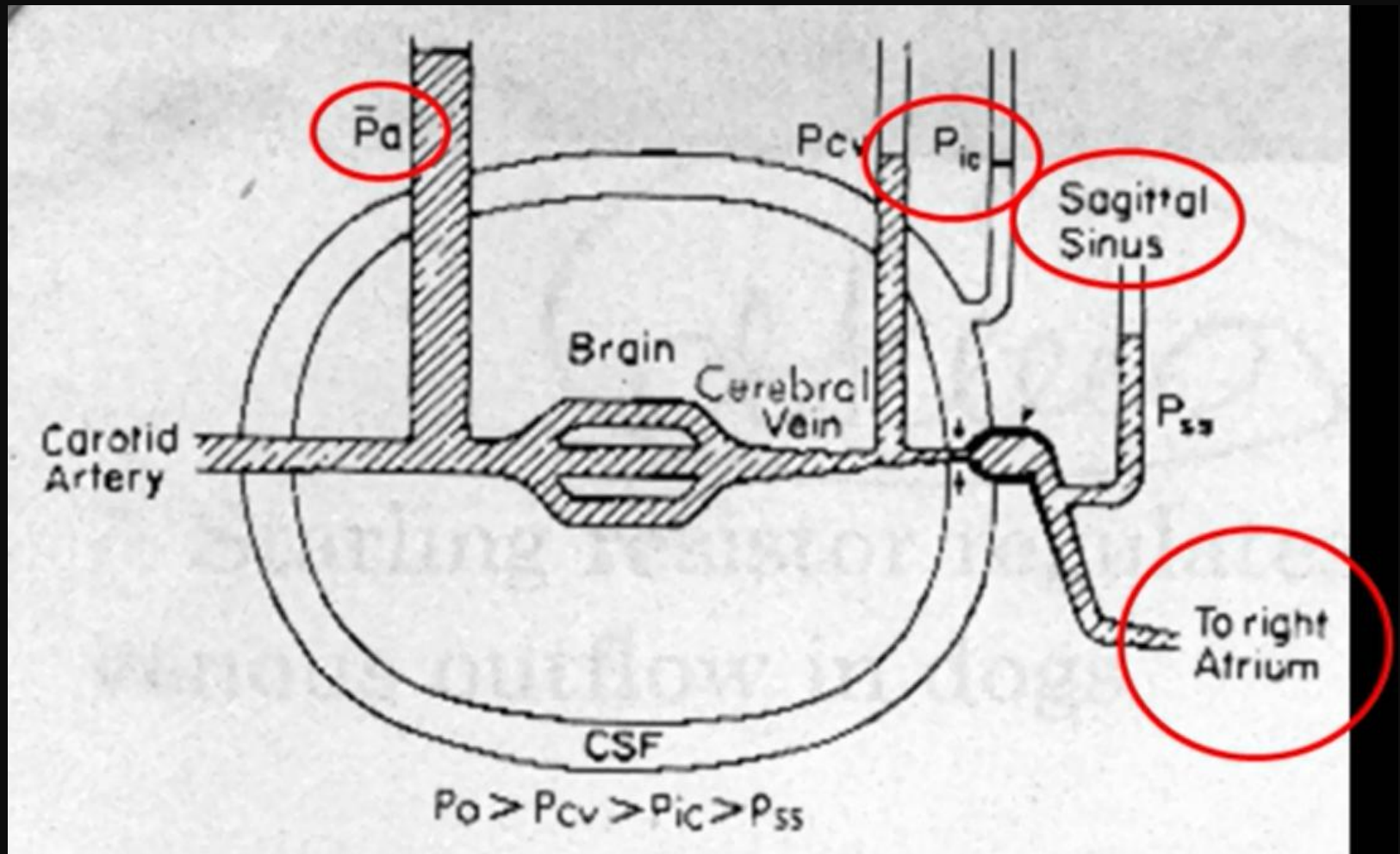
## Газы крови

-PCO<sub>2</sub>

# Факторы определяющие влияние РЕЕР на ВЧД

- уровень ВЧД
- комплајнс легких
- рекрутабельность легких
- волемический статус

# Модель Старлинга для церебрального кровотока



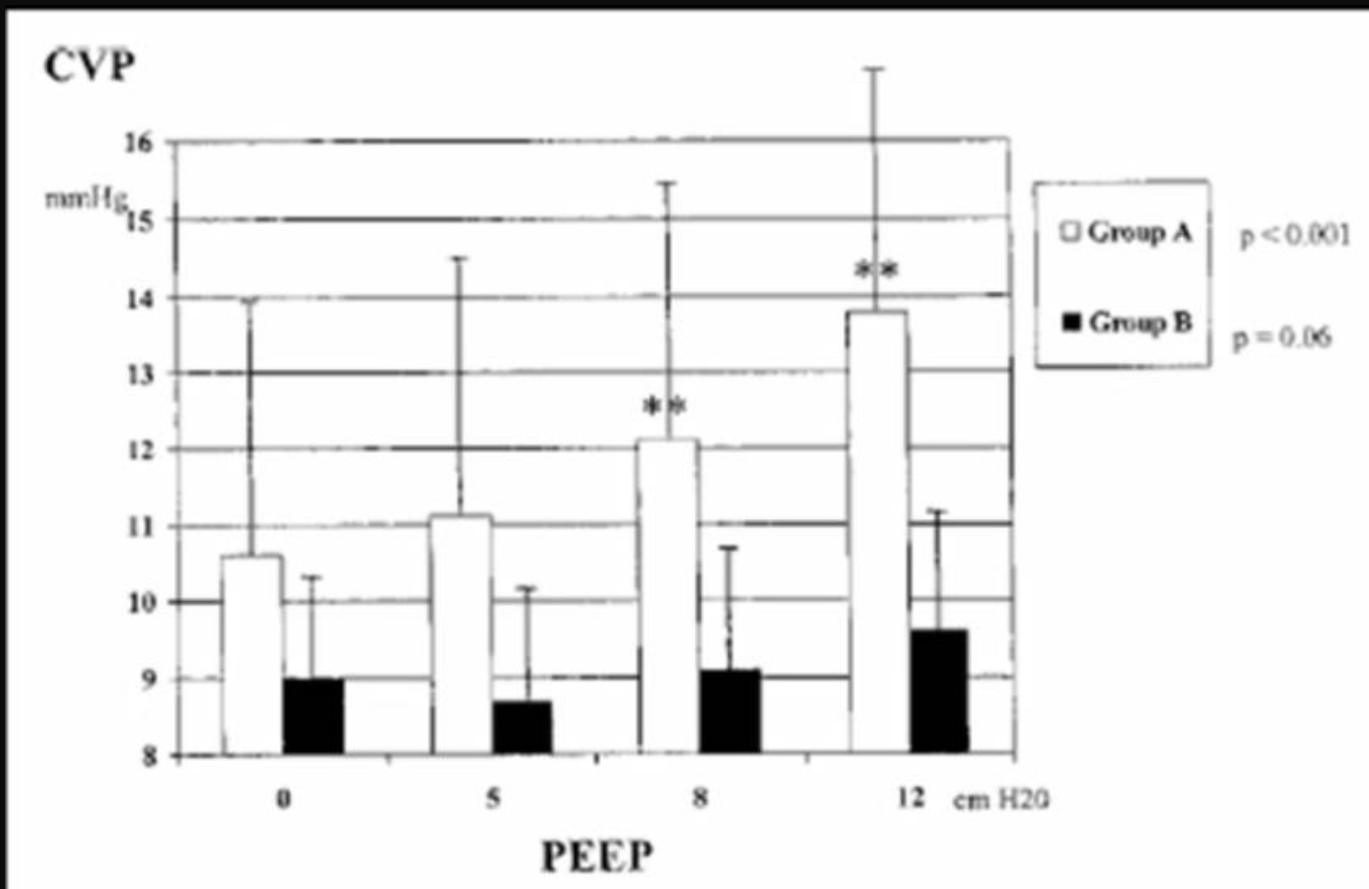
# Effects of varying levels of positive end-expiratory pressure on intracranial pressure and cerebral perfusion pressure

McGuire, Glenn MD; Crossley, David FRCA; Richards, Jonathan FRCA; Wong, David MD

PEEP (cm H <sub>2</sub> O)	MAP (mm Hg)	ICP (mm Hg)	CPP (mm Hg)	PEEP (cm H <sub>2</sub> O)	MAP (mm Hg)	ICP (mm Hg)	CPP (mm Hg)
0	91.9 ± 10.4	7.6 ± 4.0	83.6 ± 10.4	0	106.5 ± 14.9	18.8 ± 4.1	89.3 ± 9.1
5	92.2 ± 11.8	8.3 ± 4.4	83.6 ± 11.3	5	109.5 ± 11.7	19.7 ± 5.4	89.5 ± 8.1
10	91.2 ± 9.7	9.5 ± 5.2 <sup>a</sup>	81.6 ± 10.9	10	108.5 ± 14.7	21.0 ± 5.3	89.2 ± 11.7
15	94.3 ± 9.2	9.1 ± 4.2 <sup>a</sup>	86.3 ± 9.4	15	112.7 ± 18.7	22.0 ± 6.9	90.7 ± 14.6

# Effects of PEEP on the Intracranial System of Patients With Head Injury and Subarachnoid Hemorrhage: The Role of Respiratory System Compliance

Anselmo Caricato, MD, Giorgio Conti, MD, Francesco Della Corte, MD, Aldo Mancino, MD, Federico Santilli, MD, Claudio Sandroni, MD, Rodolfo Proietti, MD, and Massimo Antonelli, MD





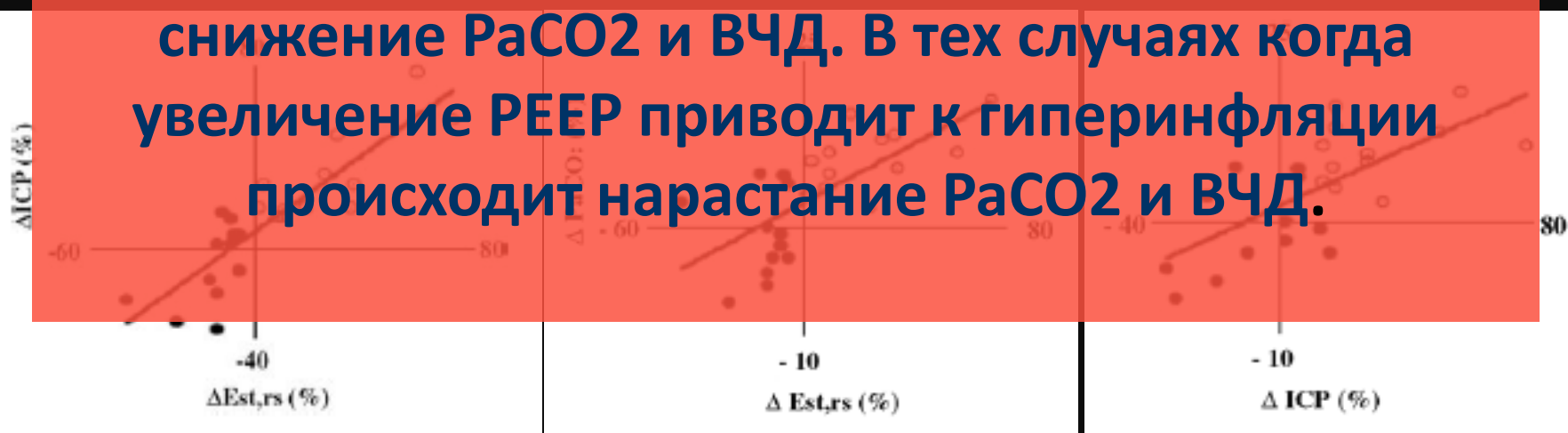
Luciana Mascia  
Salvatore Grasso

Tommaso Filippini  
Francesco Bruno  
Maurizio Berardino  
Alessandro

## Cerebro-pulmonary interactions

during the application of low levels  
of positive end-expiratory pressure

У больных с ЧМТ и ОРДС увеличение РЕЕР, приводящее к рекрутменту альвеол, вызывает снижение  $P_aCO_2$  и ВЧД. В тех случаях когда увеличение РЕЕР приводит к гиперинфляции происходит нарастание  $P_aCO_2$  и ВЧД.



# Effects of positive end-expiratory pressure on regional cerebral blood flow, intracranial pressure, and brain tissue oxygenation\*

Elke Muench, MD; Christian Bauhuf, MD; Harry Roth, MD; Peter Horn, MD; Marc Phillips, MD; Natali Marquetant, MD; Michael Quintel, MD; Peter Vajkoczy, MD

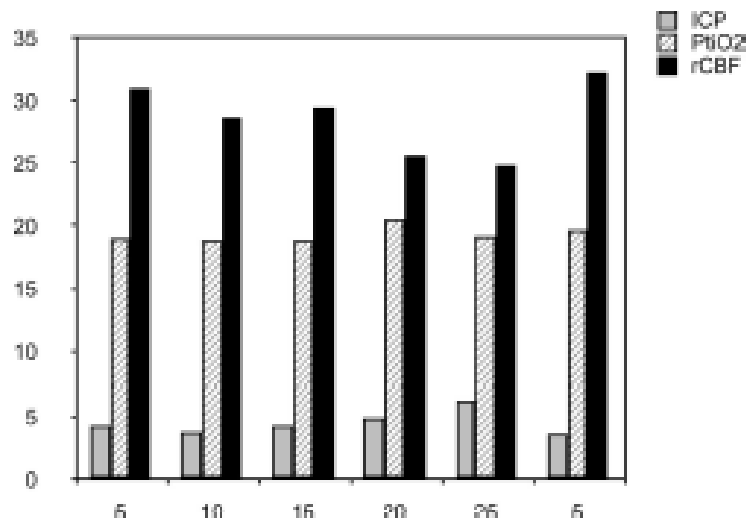
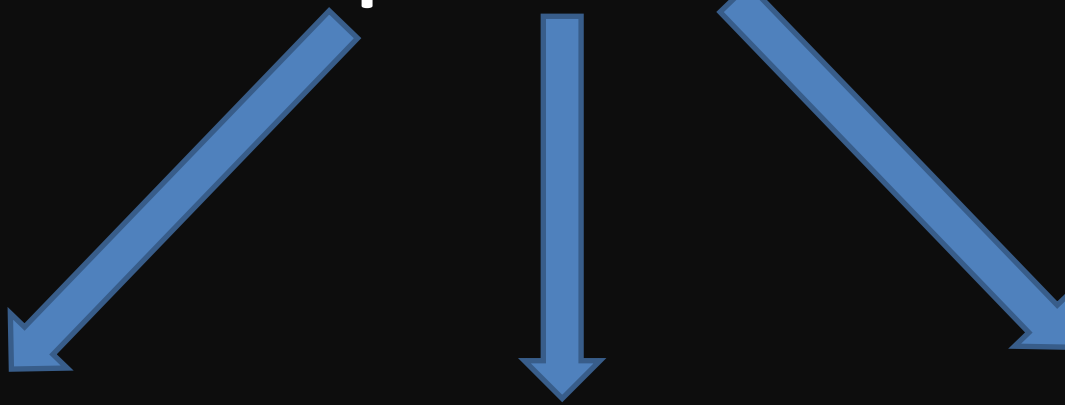


Figure 1. Effects of positive end-expiratory pressure (PEEP) on intracranial pressure (ICP), brain tissue oxygen tension ( $P_{tiO_2}$ ), and regional cerebral blood flow (rCBF) in healthy pigs. Data are expressed as mean values  $\pm$  SD.

Повышение РЕЕР не  
влияет на ВЧД, но  
вызывает снижение ЦПД и  
церебральной перфузии  
за счет снижения САД

↑РЕЕР



↓Адср ← ↓венозного  
возврата

↑СО<sub>2</sub>

↓ЦГД

↓ВЧД

Не допускать  
гиповолемию

Не допускать  
гиперинфляцию

**High tidal volume is associated with the development of acute lung injury after severe brain injury: An international observational study \*.**

Mascia, Luciana; MD, PhD; Zavala, Elisabeth; Bosma, Karen; Pasero, Daniela; Decaroli, Daniela; Andrews, Peter; Isnardi, Donatella; Davi, Alessandra; Arguis, Maria; Berardino, Maurizio; Ducati, Alessandro

Critical Care Medicine. 35(8):1815-1820, August 2007.

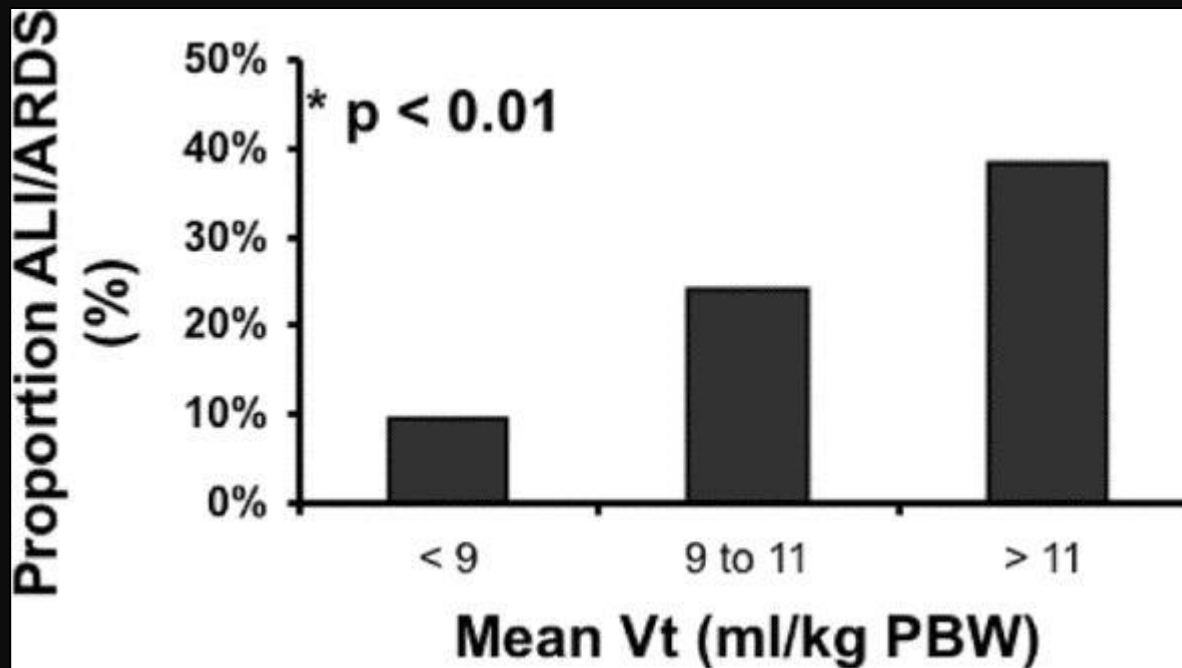


Table 3. Multivariate stepwise regression analysis with backward elimination of demographic and treatment variables

Variable	p Value	Odds Ratio	95% CI
Mean V <sub>T</sub> /PBW	.008	5.45	1.54–19.24
RR	.013	1.80	1.13–2.86
PaO <sub>2</sub> /F <sub>IO</sub> <sub>2</sub>	.004	0.98	0.98–0.99

CI, confidence interval; V<sub>T</sub>/IBW, tidal volume per ideal body weight; RR, respiratory rate. The OR for V<sub>T</sub>/PBW is per unit increase.

# ЧМТ и ОРДС/ОПЛ

$$MV = RR \times TV \longrightarrow CO_2$$



$$MV = \uparrow RR \times \downarrow TV \longrightarrow 35-40 \text{ mmHg}$$

**Спасибо за  
внимание!**